



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 197 23 734 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 05 K 1/09
H 05 K 3/10

②1 Aktenzeichen: 197 23 734.7
②2 Anmeldetag: 6. 6. 97
④3 Offenlegungstag: 10. 12. 98

DE 197 23 734 A 1

⑦1 Anmelder:
Naundorf, Gerhard, Prof. Dr., 32657 Lemgo, DE;
Wißbrock, Horst, Prof. Dr., 32657 Lemgo, DE

⑦4 Vertreter:
D. Braun und Kollegen, 30173 Hannover

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑤6 Entgegenhaltungen:

DE 42 10 400 C1
DE 12 67 839 B2
DE 41 24 686 A1
DE 39 22 233 A1
DE 38 26 046
US 45 74 095

Galvanotechnik (Sonderdruck), "LAD - Ein neues
lasergestütztes Beschichtungsverfahren für Feinst-
metallisierungen, H. 10, Bd. 81 (1990);

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Leiterbahnstrukturen auf einem nichtleitenden Trägermaterial, insbesondere feine Leiterbahnstrukturen, und Verfahren zu ihrer Herstellung

⑤7 Es werden Leiterbahnstrukturen auf einem nichtleitenden Trägermaterial, insbesondere feine Leiterbahnstrukturen, die aus einer schwermetallhaltigen Basis und einer auf diese aufgetragenen Metallisierungsschicht bestehen, und ein Verfahren zur Herstellung der Leiterbahnstrukturen beschrieben. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die schwermetallhaltige Basis Schwermetallkeime enthält, die durch Aufbrechen eines nichtleitenden organischen Schwermetallkomplexes mittels einer Excimerlaser-UV-Strahlung entstanden sind, wobei der Schwermetallkomplex auf eine mikroporöse Oberfläche des Trägermaterials aufgebracht wurde. Die Leiterbahnstrukturen gemäß der Erfindung sind im Vergleich zu bekannten Leiterbahnstrukturen einfacher herzustellen. Außerdem wird eine hervorragende Haftfestigkeit der abgetragenen metallischen Leiterbahnen erzielt.

DE 197 23 734 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Leiterbahnstrukturen auf einem nichtleitenden Trägermaterial insbesondere feine Leiterbahnstrukturen, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, und ein Verfahren zur Herstellung der Leiterbahnstrukturen, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 4.

Durch den Sonderdruck "LAD – Ein neuartiges lasergestütztes Beschichtungsverfahren für Feinstleitermetallisierungen" aus Heft Nummer 10, Band 81 (1990), der Fachzeitschrift "Galvanotechnik", ist es bekannt geworden, zur Herstellung von Feinstleiterstrukturen von deutlich unter 100 µm auf einem nichtleitenden Trägermaterial vollflächig Pd-Acetat aus einer Lösung als dünnen Film aufzubringen. Durch eine nachfolgende Laserbelichtung mittels eines Excimerlasers mit einer Wellenlänge von 248 nm sollen dann im Bereich der zu erzeugenden Leiterbahnstrukturen Metallatome als Keime für eine nachfolgende stromlose Metallisierung freigesetzt werden. Vor der Metallisierung ist es jedoch erforderlich, einen Spülprozeß zur Entfernung der unzersetzten Bereiche des auf des Trägermaterial aufgetragenen metallhaltigen Filmes durchzuführen. Der Qualität dieses Spülprozesses kommt dabei eine entscheidende Rolle für die Vermeidung von Wildwuchsproblemen bei der nachfolgenden stromlosen Metallisierung zu. Im übrigen hat es sich gezeigt, daß mittels des beschriebenen Verfahrens keine ausreichende Haftfestigkeit der abgeschiedenen metallischen Leiterbahnen erzielt ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, einfach und sicher herzustellende feine Leiterbahnstrukturen elektrischer Schaltungen zur Verfügung zu stellen und ferner ein vereinfachtes und sicheres Verfahren zur Herstellung der Leiterbahnstrukturen zu schaffen, das eine Feinststrukturierung der Leiterbahnen bis hin zu Leiterbahnbreiten und -abständen von 10 µm sicher gewährleistet.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 4 gelöst. Die weiteren Ausgestaltungen der Erfindung sind den jeweils zugehörigen Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Leiterbahnstrukturen gemäß der Erfindung sind im Vergleich zu herkömmlichen Leiterbahnstrukturen einfacher herzustellen. Da die schwermetallhaltige Basis des Trägermaterials Schwermetallkeime enthält, die durch Aufbrechen eines elektrisch nichtleitenden, auf eine mikroporöse Oberfläche des Trägermaterials aufgetragenen organischen Schwermetallkomplexes entstanden sind, ist es nicht erforderlich, um Wildwuchsprobleme zu vermeiden, die unbehandelten Bereiche der schwermetallhaltigen Basis vor der Metallisierung zu entfernen. Außerdem wird eine hervorragende Haftfestigkeit der abgeschiedenen metallischen Leiterbahnen erzielt.

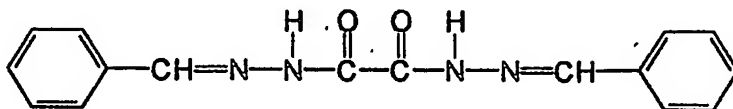
Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung der Leiterbahnstrukturen ist dadurch, daß als auf das Trägermaterial aufzubringende schwermetallhaltige Komponente ein nichtleitender organischer Schwermetallkomplex verwendet wird, erreicht worden, daß nach der Einwirkung der Excimerlaser-UV-Strahlung direkt anschließend die chemisch reduktive Metallisierung erfolgen kann. Im Bereich der zu erzeugenden Leiterbahnstrukturen erfolgt durch die Einwirkung der Excimerlaser-UV-Strahlung ein Aufbrechen des Schwermetallkomplexes, wodurch für die partielle reduktive Metallisierung hochreaktive Schwermetallkeime abgespalten werden. Ein durchaus problematischer Spülprozeß ist nicht erforderlich. Die Metallisierung erfolgt dennoch ohne jeden Wildwuchs unter Ausbildung sehr scharfer Konturen. Da die gebildeten Schwermetallkeime hochreaktiv sind, wird die erwünschte exakte Metallisierung in der erforderlichen Schichtdicke zusätzlich begünstigt.

Vorzugsweise wird ein Pd-Komplex bzw. ein Pd-haltiger Schwermetallkomplex verwendet. Wie sich gezeigt hat, sind derartige Schwermetallkomplexe besonders gut zur Feinststrukturierung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren geeignet. Insbesondere ist für die Einleitung der strukturierenden Spaltungsreaktion eine UV-Strahlung einer wesentlich geringeren Energiedichte ausreichend, als für das Abtragen bzw. auch für das Auslösen des als Zersetzung beschriebenen Wirkungsmechanismus bei bekannten Systemen. Auch als Folge dieser geringen Energieeinleitung treten keinerlei ablativen Partikel auf, so daß auch Reinigungsprozesse vor der Metallisierung entfallen. Zusätzlich wird erreicht, daß im Zusammenhang mit der Strukturierung pro Laserimpuls wesentlich größere Flächen belichtet werden können, als bei bekannten Ablationstechniken.

Im Rahmen der Erfindung ist es außerdem vorgesehen, daß zur Abspaltung der Schwermetallkeime aus dem Schwermetallkomplex vorzugsweise ein KrF-Excimerlaser mit einer Wellenlänge von 248 nm eingesetzt wird. Es ist so möglich, die Abspaltung ohne Aufheizung des Komplexes durchzuführen. Hierdurch wird ein Aufschmelzen von Materialien im Einwirkungsbereich vermieden. Die Folge ist eine sehr hohe Begrenzungsschärfe der Bereiche mit abgespaltenen Schwermetallkeimen und sich daraus ergebend eine sehr hohe, äußerst vorteilhafte Kantenschärfe der metallisierten Strukturen, was insbesondere bei Feinstleitern von großer Bedeutung ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist es vorgesehen, daß Palladiumdiacetat mit einem organischen Komplexbildner zu einem Pd-Komplex umgesetzt wird. Wie sich gezeigt hat, ist es vorteilhaft, wenn als organischer Komplexbildner ein an sich bekannter, hochstabiler polyfunktioneller Chelatbildner mit mehreren Ligandenatomen, wie N, O, S, P, eingesetzt wird. Im Rahmen der Erfindung ist es weiterhin vorgesehen, daß der polyfunktionelle Chelatbildner auch zusammen mit ionisierenden Gruppen, wie Hydroxyl- oder Carboxylgruppen, eingesetzt werden kann.

Insbesondere können als organische Komplexbildner molekulare Kombinationen von sterisch gehinderten Aromaten und metallkomplexierenden Gruppen eingesetzt werden. Vorzugsweise findet dabei ein organischer Komplexbildner der Formel



Verwendung.

Grundsätzlich ist es vorgesehen, daß der Schwermetallkomplex in einem Lösungsmittel, bei einem Pd-Komplex vorzugsweise Dimethylformamid, gelöst auf ein poröses Trägermaterial bzw. auf ein Trägermaterial mit poröser Oberfläche

aufgetragen wird. Hierbei kann es sich z. B. um eine flexible Polyimid-Folie mit mikroporöser Oberfläche oder aber auch um Papier handeln. Der Pd-Komplex kann hier in die Poren des Materials eindringen. Bei der nachfolgenden Metallisierung ist für die Haftung des Leiterzuges die Porenstruktur vorteilhaft, in die bei der Metallisierung das beispielsweise verwendete Kupfer hineinwächst und sich dann dort wurzelförmig verklammert. Die erzielbaren, sehr feinen Strukturen werden dadurch begünstigt, daß eine Haftvermittlerschicht nicht erforderlich ist und von daher keine untere Grenze möglicher Leiterbahnbreiten vorgegeben ist. Zusätzlich ermöglicht die Excimerlaser-UV-Strahlung aufgrund ihrer Kurzwelligkeit feinste scharf ausgebildete Strukturen mit Metallisierungselementen.

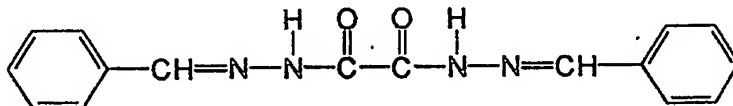
Alternativ ist es vorgesehen, daß der Schwermetallkomplex in ein Bindemittel, das eine poröse Struktur ausbildet, eingemischt und dann auf das Trägermaterial als Beschichtung aufgebracht wird. Auch ein derartiges Verfahren ist u. a. aufgrund seiner sehr einfachen Handhabung und Zuverlässigkeit für viele Anwendungsfälle durchaus vorteilhaft.

Gemäß der Erfindung wird ein organischer nichtleitender Schwermetallkomplex gleichmäßig auf ein mikroporöses Basismaterial verteilt bzw. in ein Bindemittel, das eine poröse Struktur ausbildet, eingemischt und dann auf das Trägermaterial als Beschichtung aufgebracht. Dann wird der Schwermetallkomplex mittels selektiv aufgetragener Excimerlaser-UV-Strahlung nur in den zu metallisierenden Zonen so gespalten, daß Metallkeime gebildet werden, die dann in reduktiven Bädern eine Metallabscheidung bewirken. Diese Metallabscheidung erfolgt dann sowohl wurzelförmig verankert im mikroporösen Basismaterial, als auch außen aufliegend. So entsteht ein festhaftender Leiterzug.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl mit flächig aufgetragener Laserstrahlung und Maskentechnik in einer rationellen Massenfertigung eingesetzt werden, als auch maskenlos über eine beispielsweise NC-gesteuerte Führung eines punktförmig fokussierten Laserstrahls zur Prototypen- oder Kleinserienfertigung Anwendung finden.

Im folgenden wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel erläutert:

Es werden 2,24 Masseteile Palladiumdiacetat in 100 Masseteilen Dimethylformamid gelöst. Desweiteren werden 2,94 Masseteile des organischen Komplexbildners der Formel



in 800 Masseteile Dimethylformamid eingebracht und durch Erwärmen gelöst. Beide Lösungen werden dann gemischt und zur Reaktion gebracht. Unmittelbar danach, bevor die Lösung abkühlt und der entstandene Palladiumkomplex ausfällt, wird eine mikroporöse Polyimidfolie in der Lösung getränkt. Nach 10 Stunden Trocknung bei Raumtemperatur wird das so erhaltene Basismaterial mit einem KrF-Excimerlaser, d. h. einem Excimerlaser mit einer Wellenlänge von 248 nm, über eine Maske bestrahlt. In den bestrahlten Bereichen wird dabei feinstverteiltes metallisches Palladium aus dem Komplex abgespalten. In einem handelsüblichen reduktiven, außenstromlosen Kupferbad scheidet sich selektiv in den bestrahlten Bereichen haftfest verankertes Kupfer ab. Die Leiterzüge sind ausgebildet; es liegt eine einsatzfähige flexible Schaltung vor.

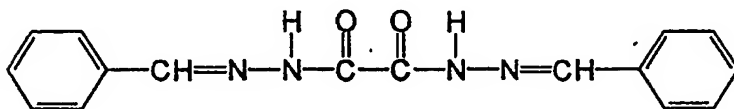
Wie sich gezeigt hat, ist das erfindungsgemäße Verfahren auch zum Aufbringen von Leiterbahnstrukturen auf Schaltungsträger möglich, die aus anderen nichtleitenden Materialien mit mikroporöser Oberfläche, wie z. B. aus keramischen Basismaterialien oder auch aus Glas, bestehen.

Patentansprüche

1. Leiterbahnstrukturen auf einem nichtleitenden Trägermaterial, insbesondere feine Leiterbahnstrukturen, die aus einer schwermetallhaltigen Basis und einer auf diese aufgetragenen Metallisierungsschicht bestehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die schwermetallhaltige Basis Schwermetallkeime enthält, die durch Aufbrechen eines nichtleitenden organischen Schwermetallkomplexes entstanden sind, der auf eine mikroporöse Oberfläche des Trägermaterials aufgebracht wurde.
2. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwermetallkomplex ein Pd-haltiger Schwermetallkomplex ist.
3. Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwermetallkomplex ein Pd-Komplex ist.
4. Verfahren zur Herstellung der Leiterbahnstrukturen nach Anspruch 1, wobei eine schwermetallhaltige Komponente auf ein nichtleitendes Trägermaterial aufgebracht wird, im Bereich der zu erzeugenden Leiterbahnstrukturen eine Excimerlaser-UV-Strahlung selektiv aufgebracht wird, wobei Schwermetallkeime freigesetzt werden, und dieser Bereich chemisch reduktiv metallisiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß als die schwermetallhaltige Komponente ein nichtleitender organischer Schwermetallkomplex verwendet wird, bei dem mittels der Excimerlaser-UV-Strahlung durch ein Aufbrechen des Schwermetallkomplexes die Schwermetallkeime abgespalten werden und daß das Trägermaterial eine mikroporöse Oberfläche aufweist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Pd-haltiger Schwermetallkomplex verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Pd-Komplex verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Pd-Komplex gebildet wird, indem ein Palladiumsalz mit einem organischen Komplexbildner umgesetzt wird.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Pd-Komplex gebildet wird, indem Palladiumdiacetat mit einem organischen Komplexbildner umgesetzt und auskristallisiert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als organischer Komplexbildner ein hochstabiler polyfunktioneller Chelatbildner mit mehreren Ligandenatomen, wie N, O, S, P, allein oder zusammen mit ionisierenden Gruppen, wie Hydroxyl- oder Carboxylgruppen, eingesetzt wird.

DE 197 23 734 A 1

10. Verfahren nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß als organischer Komplexbildner molekulare Kombinationen von sterisch gehinderten Aromaten und metallkomplexierenden Gruppen eingesetzt werden.
11. Verfahren nach den Ansprüchen 8, 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein organischer Komplexbildner der Formel



eingesetzt wird.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwermetallkomplex in einem Lösungsmittel gelöst auf ein poröses Trägermaterial bzw. auf ein Trägermaterial mit poröser Oberfläche aufgetragen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwermetallkomplex auf eine Polyimid-Membranfolie aufgetragen wird.

14. Verfahren nach den Ansprüchen 6 und 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Lösungsmittel für den Pd-Komplex Dimethylformamid oder Ethylacetat verwendet wird.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwermetallkomplex in ein Bindemittel, das eine poröse Struktur ausbildet, eingemischt und dann auf das Trägermaterial als Beschichtung aufgebracht wird.

16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwermetallkeime mittels eines KrF-Excimerlasers mit einer Wellenlänge von 248 nm abgespalten werden.